

10/502055 #2

DT04 Rec'd PCT/PTO 30 JUL 2004

DOCKET NO.: 256740US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takunori TAIRA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP02/08114

INTERNATIONAL FILING DATE: August 8, 2002

FOR: OPTICAL DEVICE

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2002-025040	01 February 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP02/08114. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Surinder Sachar

Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

BEST AVAILABLE COPY

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

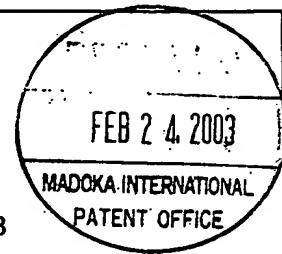
**NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT**

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SHIMIZU, Mamoru
Ohzono Bldg.
7-10, Kanda-mitoshiro-cho
Chiyoda-ku, Tokyo 101-0053
Japan



Date of mailing (day/month/year) 03 February 2003 (03.02.03)			
Applicant's or agent's file reference JST-79-PCT	IMPORTANT NOTIFICATION		
International application No. PCT/JP02/08114	International filing date (day/month/year) 08 August 2002 (08.08.02)		
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 01 February 2002 (01.02.02)		
Applicant JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION et al			

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
01 Febr 2002 (01.02.02)	2002-25040	JP	04 Octo 2002 (04.10.02)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer taïeb AKREMI (Fax 338 9090)
Facsimile No. (41-22) 338.90.90	Telephone No. (41-22) 338 9415

10/502055
R001 PCT/PTO 30 JUL 2004
PCT/JP02/08114 #2

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

08.08.02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 2月 1日

REC'D 04 OCT 2002

出願番号

Application Number:

特願2002-025040

WIPO PCT

[ST.10/C]:

[JP2002-025040]

出願人

Applicant(s):

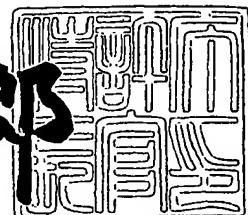
科学技術振興事業団

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2002年 9月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2002-3071873

【書類名】 特許願
【整理番号】 02JST02
【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願
【提出日】 平成14年 2月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01S 3/00
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県岡崎市竜美南2-2-1 竜美ヶ丘公務員宿舎7
-22
【氏名】 平等 拓範
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県岡崎市東明大寺町1-10 リーベンハイム21
107号
【氏名】 庄司 一郎
【特許出願人】
【識別番号】 396020800
【氏名又は名称】 科学技術振興事業団
【代表者】 沖村 憲樹
【代理人】
【識別番号】 100089635
【弁理士】
【氏名又は名称】 清水 守
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 012128
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1

特2002-025040

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0013088

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光伝搬方向を等軸晶系に属する結晶の(111)軸方向以外に選び、中心対称的に誘起されるストレスによる光弾性効果に基づく複屈折効果を低減することを特徴とする光学素子。

【請求項2】 請求項1記載の光学素子において、前記光伝搬方向を結晶の(100)方位に選ぶことを特徴とする光学素子。

【請求項3】 請求項1記載の光学素子において、前記光伝搬方向を結晶の(110)方位に選ぶことを特徴とする光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子に係り、特に、YAGレーザーに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、本発明にかかる参考文献として以下に示すようなものがあった。

【0003】

[1] : W. Koechner, Solid-State Laser Engineering (Springer-Verlag, Berlin, 1996), pp. 393-412.

[2] : W. C. Scott and M. de Wit, "Birefringence compensation and TEM₀₀ mode enhancement in a Nd:YAG laser," Appl. Phys. Lett. 18, 3-4 (1971).

[3] : K. Yasui, "Efficient and stable operation of a high-brightness cw 500-W Nd:YAG rod laser," Appl. Opt. 35, 2566-2569 (1996).

[4] : W. A. Clarkson, N. S. Felgate, and D. C. Hanna, "Simple method for reducing the depolarization loss resulting from thermally induced birefringence in solid-state lasers," Opt. Lett. 24, 820-822 (1999).

[5] : W. Koechner and D. K. Rice, "Effect of birefringence on the performance of linearly polarized YAG:Nd lasers," IEEE J. Quantum Electron. QE-6, 557-566 (1970).

[6] : W. Koechner and D. K. Rice, "Birefringence of YAG:Nd laser rods as a function of growth direction," J. Opt. Soc. Am. 61, 758-766 (1971).

[7] : I. Shoji, Y. Sato, S. Kurimura, V. Lupiei, T. Taira, A. Ikesue, and K. Yoshida, "Thermal birefringence in Nd:YAG ceramics," Trends in Optics and Photonics Vol. 50, Advanced Solid-State Lasers, C. Marshall, ed. (Optical Society of America, Washington, DC 2001), pp. 273-278

[8] : L. N. Soms, A. A. Tarasov, and V. V. Shashkin, "Problem of depolarization of linearly polarized light by a YAG:N^{d3+} laser-active element under thermally induced birefringence conditions," Sov. J. Quantum Electron. 10, 350-351 (1980).

1980).

[9] : V. Parfenov, V. Shashkin, and E. Stepanov, "Numerical investigation of thermally induced birefringence in optical elements of solid-state lasers," Appl. Opt. 32, 5243-5255 (1993).

固体レーザーの高出力化、高品質化を図る際に、励起に伴って媒質内で生じる熱複屈折は大きな問題となる。熱複屈折によって生じるデポラリゼーション（もとの直線偏光に対して垂直方向に発生した偏光成分の割合； $D_{\text{pol}} = P_{\perp} / P_{\text{initial}}$ ）を補償して直線偏光を得るために、これまでレーザー媒質の配置や光学素子との組み合わせなどにさまざまな工夫がなされてきた。

【0004】

固体状態のレーザー材料において励起に伴い誘起される熱複屈折効果は、レーザーの高出力、高品質化を図る上で深刻な問題である。なぜならば、直線的に偏光したビームの2焦点化（bifocussing）やデポラリゼーションを引き起こすからである（参考文献〔1〕）。

【0005】

これらの現象はYAGなどの固体レーザーの高出力化の際に大きな障害となつた。これまで発生したデポラリゼーションを補償するために、90°回転子（rotator）や、4分の1波長板などを用いたいくつかの技術が提案された（参考文献〔2〕～〔4〕）。こうした補償は、(111)カットのYAG結晶のみに対して適用された。その理由は、(111)面の複屈折は円形に対称（circularly symmetrical）であることと、もう一つは、YAGロッドは通常(111)方向に沿って成長するために、(111)カットのロッドを用いることは都合が良いからである。

【0006】

このように、代表的なレーザー材料であるYAG結晶は、従来(111)方向に成長したロッドが用いられてきた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記したように、従来のYAGレーザーでは、光の伝搬方向を(111)軸方向に設定していたため、励起に付随して発生する熱誘起歪みによる光弾性効果から生ずる複屈折(熱複屈折)を解消するために、共振器内部に余計な光学部品を挿入したり、ジグザグスラブ形式にするなど特殊な形状配置を採用する必要があった。

【0008】

本発明は、上記状況に鑑み、熱複屈折効果を大幅に低減させることができる光学素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕光学素子において、光伝搬方向を等軸晶系に属する結晶の(111)軸方向以外に選び、中心対称的に誘起されるストレスによる光弾性効果に基づく複屈折効果を低減することを特徴とする。

【0010】

〔2〕上記〔1〕記載の光学素子において、前記光伝搬方向を結晶の(100)方位に選ぶことを特徴とする。

【0011】

〔3〕上記〔1〕記載の光学素子において、前記光伝搬方向を結晶の(110)方位に選ぶことを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0013】

まず、本発明の第1実施例を示す、(100)カットのYAG結晶による熱誘起複屈折デポラリゼーションの低減について説明する。

【0014】

YAGを始めとする立方晶系結晶では、光の伝播方向が(111)面に垂直な

場合、熱分布が軸対称であれば面内での熱複屈折は角度に依存せず一定となる。

【001.5】

一方、(111)面以外では角度依存性を持つ。

【001.6】

図1はかかるデポラリゼーションの偏光方向依存性の測定結果を示す図である。ここで、横軸は偏光角度 θ_p （度）、縦軸はデポラリゼーション D_{pol} を示している。図2は本発明にかかるデポラリゼーションの吸収励起パワー依存性計算結果を示す図であり、横軸は吸収励起パワー P_{ab} （W）、縦軸はデポラリゼーション D_{pol} を示している。

【001.7】

過去にKoechnerとRiceはさまざまな面方位で熱複屈折の角度依存性を計算し、吸収励起パワーが小さいときには適当な面方位と偏光方向を選べば、(111)面よりもデポラリゼーションを低減できるが、吸収励起パワーが一定値を越えると、面方位による差異はほとんど無くなると主張した（図2の点線参照）。彼らは、その際、どの面方位でも複屈折が軸対称面内の動径方向と接線方向との間で起こるとしていた。ところが、実際には、それは(111)面に対してのみ正しく、他の面では複屈折軸が動径・接線方向とは一致せずに、そのずれの大きさが角度依存性を持つことが分かった。

【001.8】

本願発明者らはその影響を考慮して再度デポラリゼーションの吸収励起パワー依存性を計算したところ、どんなに吸収励起パワーが大きくても、(100)面内で結晶軸と45°の角度をなす直線偏光では、(111)面内の直線偏光に対してデポラリゼーションを半分以下に低減できることが明らかになった（図2実線参照）。

【001.9】

次に、本発明の第2実施例について説明する。

【002.0】

ここでは、(110)カットのYAG結晶による熱誘起複屈折デポラリゼーションの低減について説明する。

【0021】

デポラリゼーションは、もとの直線的に偏光したレーザ光に対する、偏光解消パワー (d e p o l a r i z e d p o w e r) の割合として定義し、次式により与えられる。

【0022】

【数1】

$$D_{pol} = \frac{1}{\pi r_0^2} \int_0^{r_0} \int_0^{2\pi} D r d\Phi dr, \quad \dots (1)$$

円筒状のロッドにおける、ビーム伝搬方向 (z 軸) に垂直な面での各点 (r , Φ) における、デポラリゼーションの全体量 D は、次式となる。

【0023】

$$D = \sin^2 [2(\theta - \gamma)] \sin^2 (\Psi/2) \quad \dots (2)$$

ここで、 θ は x 軸と、複屈折固有ベクトル (x y 平面上の屈折率楕円の主軸) のうちの 1 つとの間の角度であり、 γ は x 軸と、もとの偏光方向との間の角度である。位相差 Ψ は、熱誘起複屈折 Δn により、

$$\Psi = (2\pi/\lambda) \Delta n L; \quad \Delta n = \Omega S (r^2/r_0^2);$$

$$S = [\alpha_1 / (1 - \nu)] (\eta_h P_{ab} / 16\pi\kappa L) \quad \dots (3)$$

により与えられる。一様なポンピング (uniform pumping) の場合、 λ はレーザー波長、 Ω は光弾性係数により与えられる複屈折パラメーター、 r_0 はロッド半径、 α_1 は線膨脹係数、 ν はポアソン比、 η_h は励起パワーのうち熱に変換される割合 (fractional thermal loading)、 P_{ab} は吸収励起パワー、 κ は熱伝導率、 L はロッド長である。

【0024】

Koechner と Rice は、様々な方向から Nd : YAG ロッドの熱誘起複屈折を分析し (参考文献 [5]、[6])、図 3 に示すように、高吸収パワー領域の極限では、デポラリゼーションの量はロッド方向に依存しないという結論を出した。しかし、この理論には二つの誤りがある。一つは、どの面においても $\theta = \Phi$ としているが、これは (111) 面にしか当てはまらない。なぜならば、(111)、(100)、(110) 面における θ と Φ との正確な関係はそれぞ

れ、

$$\tan 2\theta = \tan (2\Phi) \quad \dots (4a)$$

$$\tan 2\theta = [2p_{44}/(p_{11} - p_{12})] \tan (2\Phi) \quad \dots (4b)$$

$$\begin{aligned} \tan 2\theta = & [8p_{44} \tan (2\Phi)] / \\ & (3(p_{11} - p_{12}) + 2p_{44} - (p_{11} - p_{12} - 2p_{44}) \\ & [2 - (r_0^2/r^2)] [1/\cos (2\Phi)] \} \\ & \dots (4c) \end{aligned}$$

により与えられるからである。ここで、 p_{mn} は光弾性係数テンソルであり、(100)面における θ の Φ への依存性を図4の長点線で示している。(110)面における依存性は、 r 値が異なると変化し、図4の点線で示している。もう一つの誤りは、各面における Ω 値である。参考文献〔5〕、〔6〕では、 Ω を上記式(3)で $r = r_0$ に固定して再定義した。(111)、(100)及び(110)面における正確な Ω はそれぞれ、

$$\Omega = (1/3) n_0^3 (1+\nu) (p_{11} - p_{12} + 4p_{44}) \quad \dots (5a)$$

$$\begin{aligned} \Omega = & n_0^3 (1+\nu) [(p_{11} - p_{12})^2 \cos^2 (2\Phi) + \\ & 4p_{44}^2 \sin^2 (2\Phi)]^{1/2} \quad \dots (5b) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Omega = & n_0^3 (1+\nu) [(1/16) ([3(p_{11} - p_{12}) + 2p_{44}] \\ & \cos (2\Phi) - (p_{11} - p_{12} - 2p_{44}) [2 - (r_0^2/r^2)]^2 \\ & + 4p_{44}^2 \sin^2 (2\Phi)]^{1/2} \quad \dots (5c) \end{aligned}$$

により与えられる。再定義をしても(111)および(100)面における Ω は変化しないが、(110)面では Ω が r に依存しているため正確な値は得られない。

【0025】

なお、図5では各面における $\Omega r^2/r_0^2$ の計算値を Φ の関数として示している。(111)及び(100)面では、 r 値が変化すると大きさだけが変化し形は変わらない(相似形)が、(110)面では、大きさだけでなく形も変化する。

【0026】

図6に、レーザー光の半径 r_a がロッド半径 r_0 に等しい場合の、吸収励起パ

ワーに対するデポラリゼーションの正確な依存性を示す。また、図6における低吸収パワー領域の拡大図を図7として示す。

【0027】

デポラリゼーションは、高吸収パワー領域においても面方位および偏光方向に依存し、 $r_a = r_0$ の場合、(111)、(100) 及び (110) 面のうち (100) 面における 45° 偏光の場合に最も小さくなり、高吸収パワー領域では (111) 面の 2 分の 1、低吸収パワー領域では 6 分の 1 である。参考文献 [7] に記載されている励起プローブ測定を用いて、本願発明者らの計算が正しいことが実験により証明された。

【0028】

実験ではエンド・ポンピングにより評価したので、絶対値は異なるが、図8に示す実験データの相対値は、図7の理論上の曲線とほぼ合致しており、参考文献 [5]、[6] の曲線とは合致しない。

【0029】

参考文献 [5]、[6] の理論の 2 つの誤りのうち、(111) を除く他の面において、 θ が Φ と一致しないという事実はすでに指摘されていたが、デポラリゼーションの依存性は (100) 面に対してだけしか正確に得られなかった（参考文献 [8]、[9]）。しかしながら、本願発明者らは、 r_a が r_0 より小さいという条件の下で (110) カットのロッドを用いることにより、デポラリゼーションが大幅に低減できることを発見した。

【0030】

図4に示すように、 r が r_0 程度に大きい場合、 θ は Φ に近くなる。つまり、各点における固有ベクトルの向きが、ほぼ半径方向および接線方向となる。

【0031】

一方、 r が小さい場合、いずれの Φ における θ も 0° または 90° に近くなる。このことは、すべての固有ベクトルが X 軸方向および Y 軸方向に直線上に並んでいることを意味している。この特性により、偏光方向が X 軸または Y 軸方向に近い場合、ロッド半径より小さな半径を有するビームであれば、ほとんどデポラリゼーションせずに、ロッドを通って伝搬することができる。

【0032】

図9は、 $r_a = r_0 / 4$ の場合の、吸収励起パワーに対するデポラリゼーションの依存性の例を示している。(100)面におけるデポラリゼーション量は(111)面の半分に過ぎないが、(110)面においては Δn そのものは(111)面より(110)面の方が大きいにもかかわらず、(111)面のほぼ $1/50$ に低減している。こうした条件は、一様なポンピングの場合、アーチャー(開口)によりビームサイズを制御して実現することができる。

【0033】

一方、エンド・ポンピングの場合は、集束した励起ビームそのものがゲイン・アーチャーの役割を果たすために、この条件を容易に満たすことができる。ドーピングしたYAGがドーピングしていないYAGに取り囲まれているような複合材料でも、同様の条件を実現できる。

【0034】

結論として、参考文献〔5〕、〔6〕の論文における誤りは、理論からも実験からも実証され、デポラリゼーションは、(100)および(110)面を用いることにより、本質的に低減できることがわかった。特に、小さな半径を有するビームと組み合わせた(110)カット結晶を用いることにより、(111)カット結晶を用いた場合と比べて、一桁以上もデポラリゼーションを低減することができる。

【0035】

このように構成したので、 $Y_3 Al_5 O_{12}$ レーザーにおける、熱複屈折効果によるデポラリゼーションは、(111)以外の方向のロッドカットを用いることにより、補償なしで本質的に低減できる。(110)カット結晶を使用することによって、従来の(111)カット結晶を使用した場合に比べて、デポラリゼーションを $1/10$ 以下に削減することが期待できる。

【0036】

なお、上記実施例によれば、YAGレーザーを例に挙げて説明しているが、YAGレーザーに限らず、他の等軸結晶系の結晶を用いた光学素子に適用できるものであり、その光学素子のデポラリゼーションを低減することができるものであ

る。

【0037】

また、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0038】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下に示すような効果を奏すことができる。

【0039】

(A) 光の伝搬方位を(111)軸方位以外に選ぶだけで、熱複屈折効果を減少させることができる。

【0040】

(B) (100)又は(110)カットの試料を用いれば、熱複屈折効果を大幅に低減することができる。

【0041】

(C) 特に、(110)カット媒質を使用することによって、(111)カット媒質を使用した場合に比べて、デポラリゼーションを一桁以上補償なしに削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

デポラリゼーションの偏光方向依存性の測定結果を示す図である。

【図2】

本発明にかかるデポラリゼーションの吸収励起パワー依存性計算結果を示す図である。

【図3】

参考文献[5]、[6]の理論を用いて計算した、(111)、(100)及び(110)面における、デポラリゼーションの吸収励起パワーへの依存性を示す図である。

【図4】

(111)、(100) 及び (110) 面における、 θ と Φ との関係を示す図である。

【図5】

各面における $\Omega r^2 / r_0^2$ の計算値を Φ の関数として示す図である。

【図6】

$r_a = r_0$ の場合の、(111)、(100) 及び (110) 面における、デポラリゼーションの吸収励起パワーへの正確な依存性を示す図である。

【図7】

図6における低吸収パワー領域を水平方向に拡大した図である。

【図8】

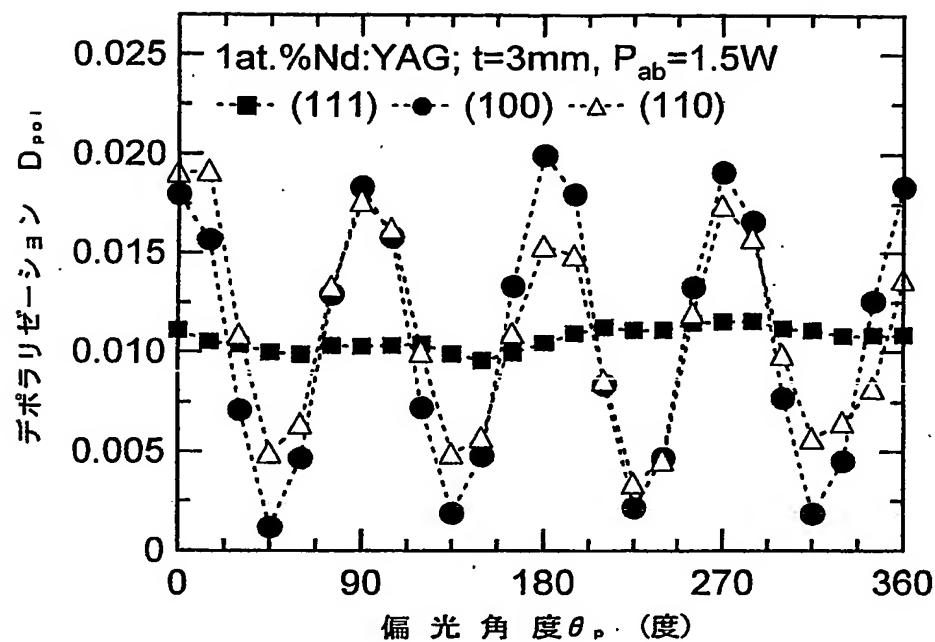
(111)、(100) 及び (110) 面における、測定結果に基づくデポラリゼーションの吸収励起パワーへの依存性を示す図である。

【図9】

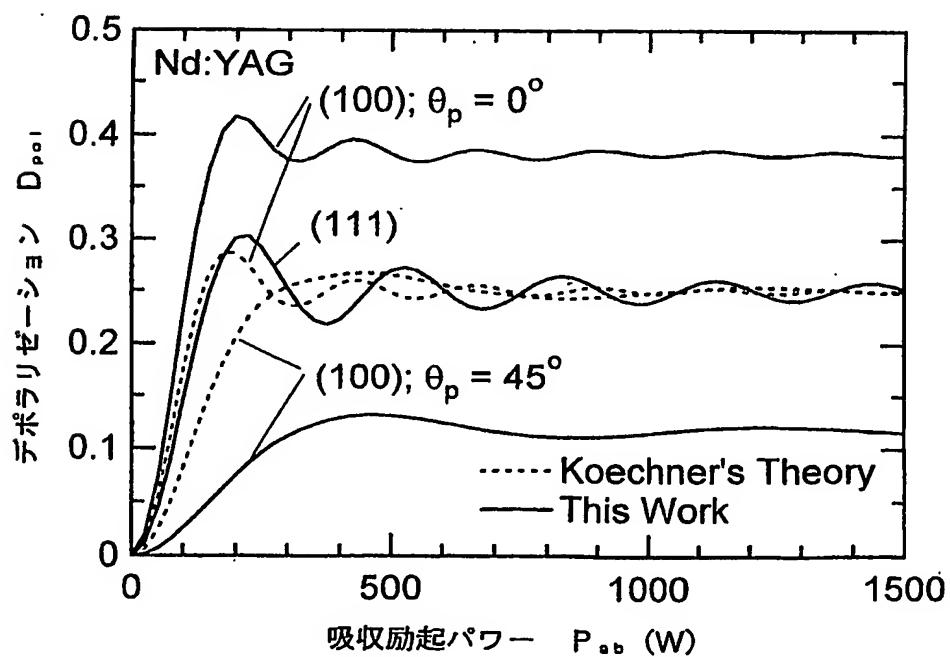
$r_a = r_0 / 4$ の場合の、(111)、(100) 及び (110) 面における、デポラリゼーションの吸収励起パワーへの依存性を示す図である。

【書類名】 図面

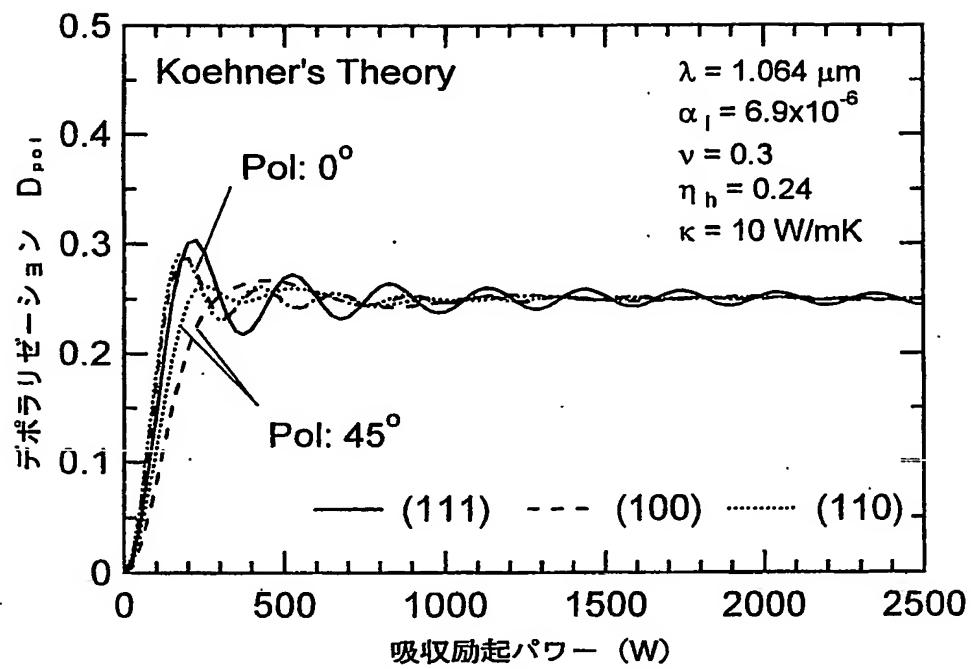
【図1】



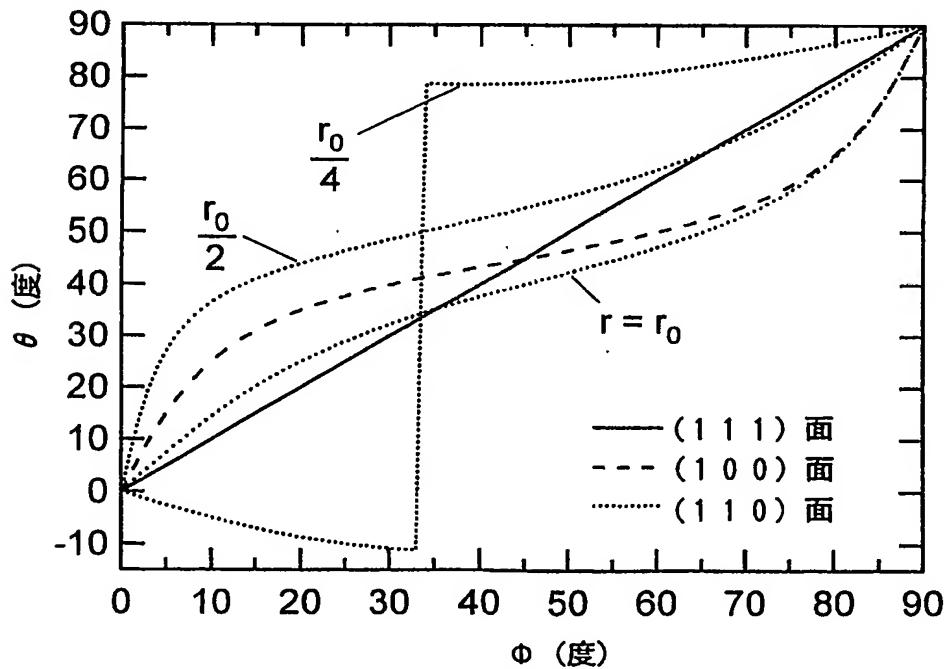
【図2】



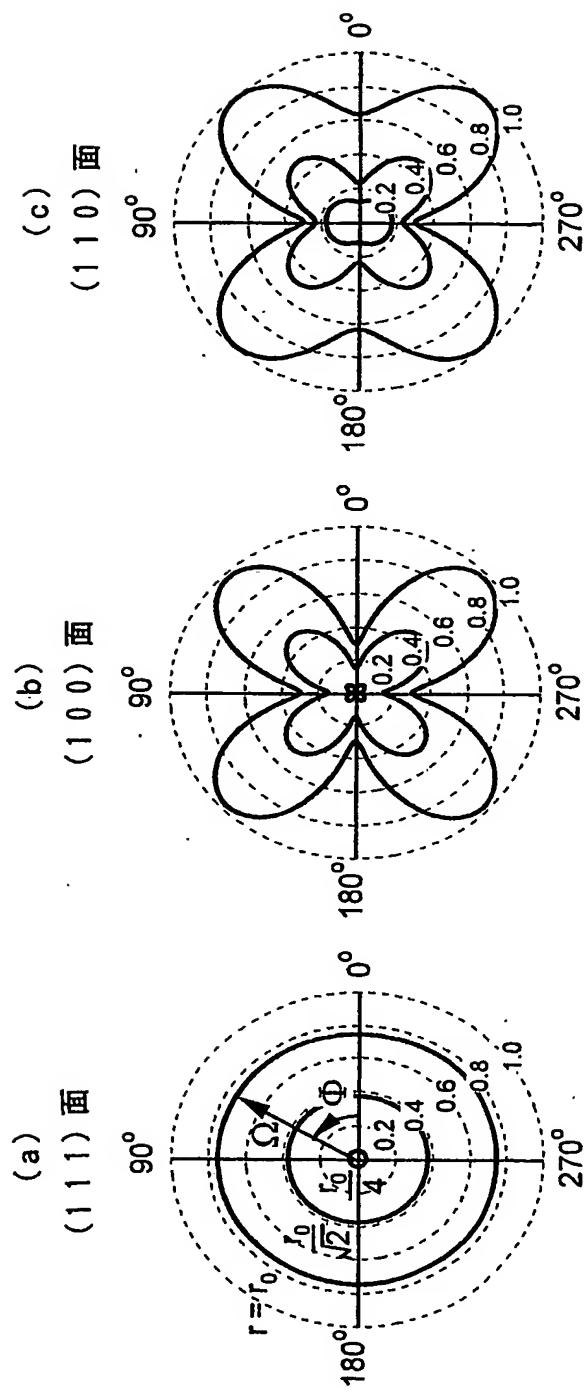
【図3】



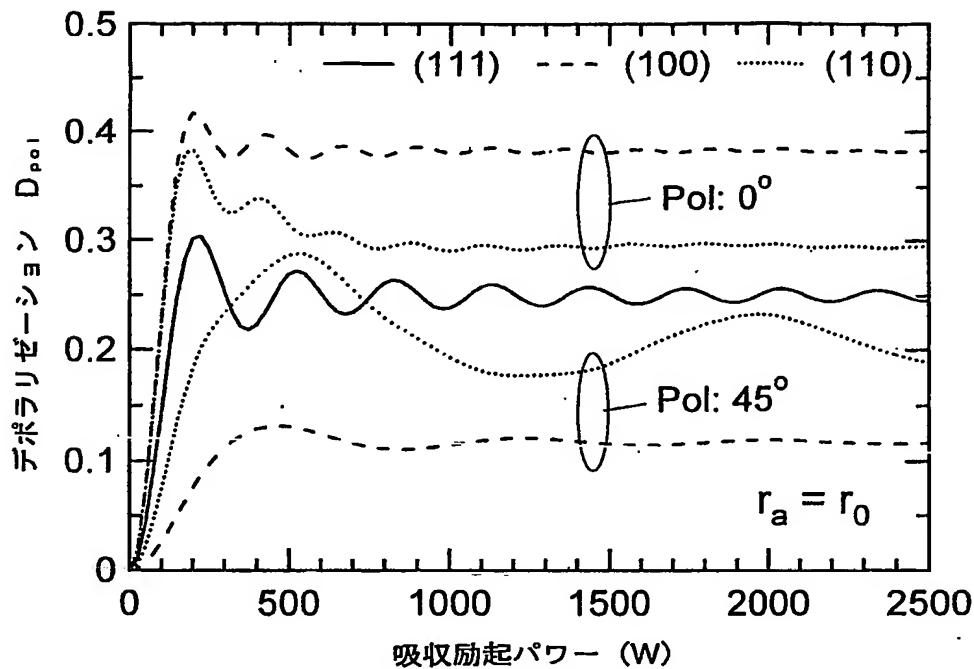
【図4】



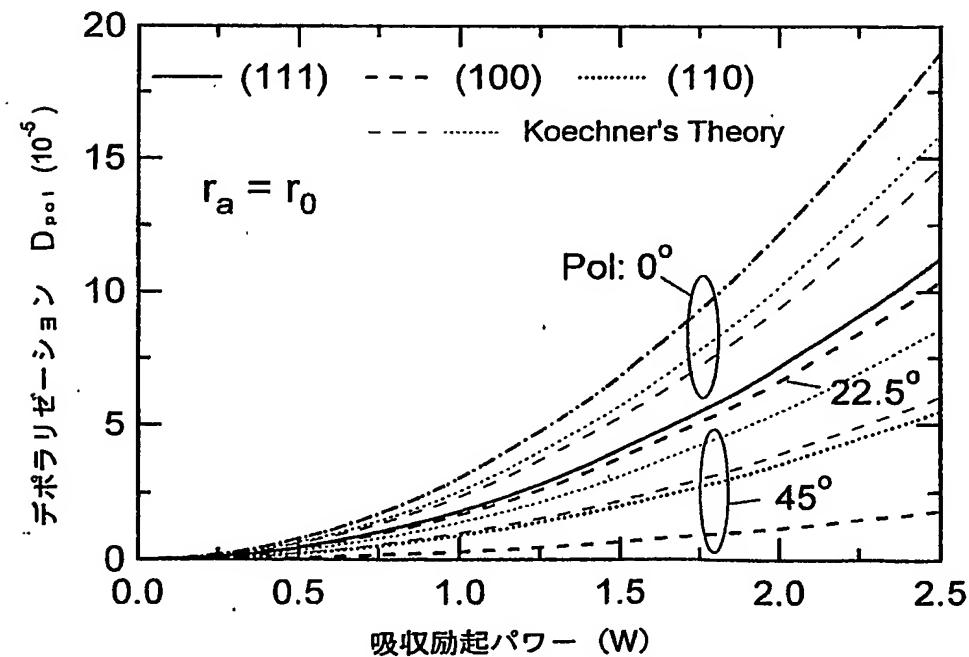
【図5】



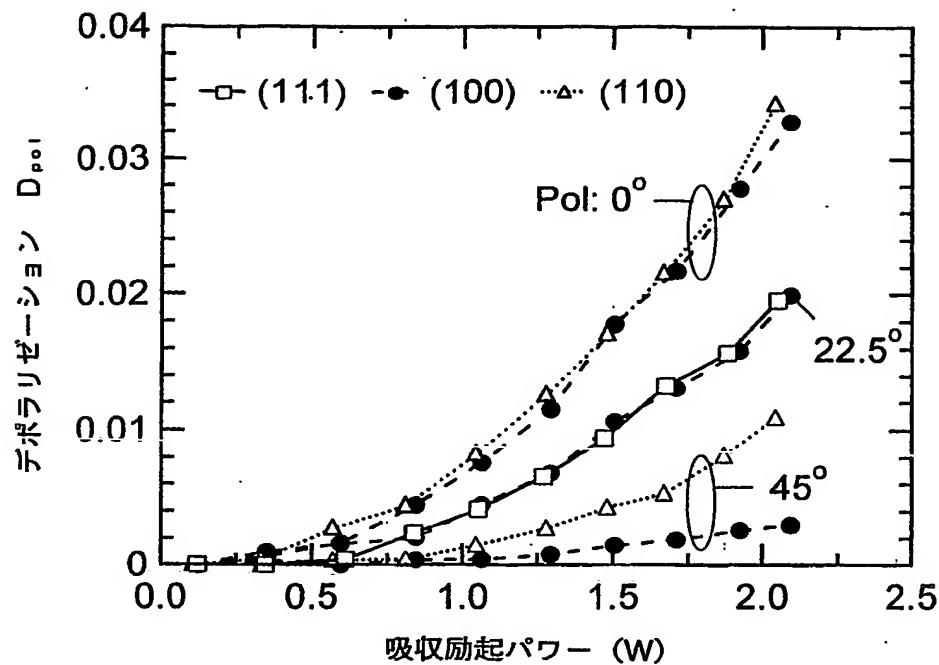
【図6】



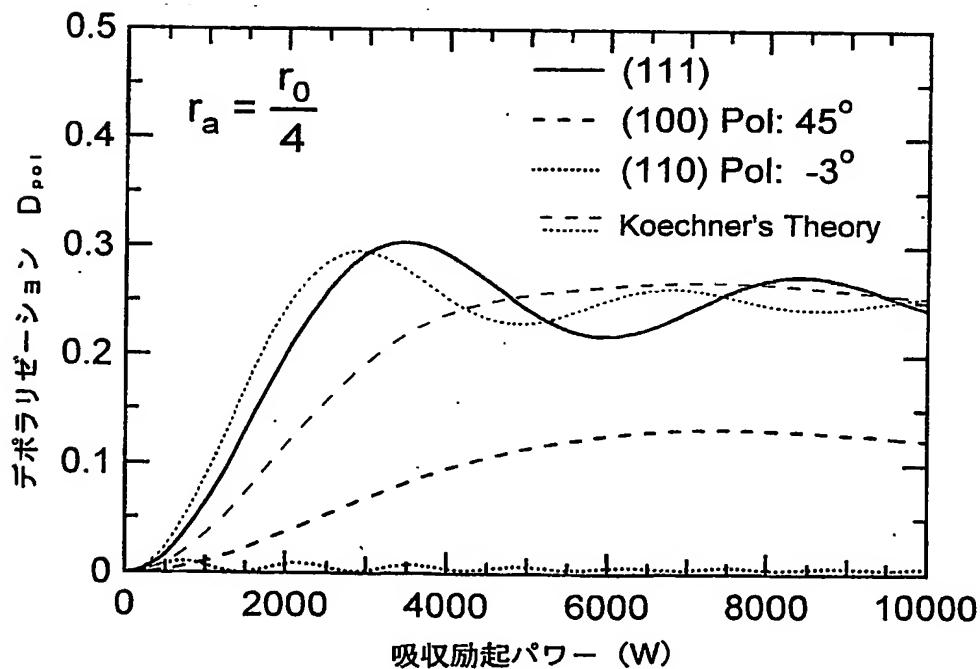
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱複屈折効果を大幅に低減させることができる光学素子を提供する。

【解決手段】 光学素子において、(110)カット結晶を用いることにより、熱誘起複屈折により生じるデポラリゼーションを、何ら補償を行うことなく、大幅に低減する。(111)カット結晶と比べて、デポラリゼーションを一桁以上も小さくすることができる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日 1998年 2月24日

[変更理由] 名称変更

住 所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名 科学技術振興事業団

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.